Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 1, Spring 2022, p. 117-133

The Effect of Alcoholic Extract of Propolis and Hydro Cooling on Some Postharvest Characteristics of *Cucumis sativus*

V. Anisi[1], Y. Selahvarzi[2]*, M. Kamali[3], B. Abedi[4]

Received: 17-03-2021
Revised: 01-06-2021
Accepted: 22-06-2021
Available Online: 20-06-2022

How to cite this article:
Anisi V., Selahvarzi Y., Kamali M., and Abedi B. 2022. The Effect of Alcoholic Extract of Propolis and Hydro Cooling on Some Postharvest Characteristics of *Cucumis sativus.* Journal of Horticultural Science 36(1): 117-133. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JHS.2021.68874.1020

Introduction

Cucumber is a vegetable with a low capacity for storage; it usually loses quality 14 days from the beginning of storage. The benefits of cold storage are not the same for all the fruit or vegetables, some given vegetables are more suitable for cold storage than others. However, pre-cooling is always advisable, because the products takes profit from the benefits of low temperatures in cold storage rooms. Due to the short shelf life of cucumber and the high speed of reducing its quality, various methods are used to maintain the quality of cucumber, such as edible coatings. Propolis, also called “bee-glue,” is a natural resinous substance produced by honeybees from plant exudates, beeswax, and bee secretions in order to defend the hives. Propolis has an important role in prevention of food loss weight and waste, thus helping to ensure food safety and security. The concoction of aqueous propolis extracts has a lower cost as compared to hydroalcoholic extracts and it is believable that both, aqueous and hydro alcoholic extracts, present similar concentrations of phenolic compounds resulting in a product of appropriate functional characteristics. Herein, the biochemical composition and efficacy of propolis in maintaining the postharvest storability of food products were discussed to provide a comprehensive guide to farmers and food processing and storage sectors and to scientists.

Materials and Methods

In order to investigate the effect of two factors of hydro cooling and propolis as an edible coating on cucumber shelf life, this study was conducted in the spring and summer of 2019 in the laboratories of horticultural sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. The factorial experiment was based on a completely randomized design. Experimental treatments included three levels of propolis alcoholic extract (0, 4 and 8%) and two temperature treatments (4 (hydro cooling temperature) and 25 ° C) in 4 replications.

Weight loss, tissue firmness, extract pH, total soluble solids, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, total phenol and antioxidant activity were measured. The experimental data were analyzed using Jump-8 statistical software and the means of treatments were compared by LSD test at 5% probability level.

Results and Discussion

Results showed that the interaction of treatments had an effect on fruit weight loss percentage, firmness, and antioxidant activity, chlorophyll and total soluble solids. Thus, the highest percentage of fruit weight loss was observed in the control treatment (without propolis) in 4°C (5.02%). Foliar application of fruits led to an increase in firmness of fruit tissue with propolis in both concentrations of 4 and 8% compared to the control treatment (no foliar application with propolis) in both temperature treatments. The highest total chlorophyll content was in 8% propolis treatments + temperature of 24 °C (8.96 mg / gfw), treatment of 8% propolis + temperature of 4 °C (8.68 mg/gfw) and treatment of 4% propolis + temperature of 4 ºC (7.93 mg/gfw) significantly. In addition,

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Student, Assistant Professor, Ph.D. Graduated and Assistant Professor in Horticulture, Horticulture Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: selahvarzi@um.ac.ir)

antioxidant activity increased in the treatments of 4 °C+ foliar application with propolis 4 and 8%. In general, although fruits treated with 24 ° C showed more weight loss than 4 °C, the use of both concentrations of propolis improved the above trait, reducing the amount of fruit phenol and tissue firmness and other biochemical traits. Studies have shown that the chemical composition of the propolis samples which a certain breed of bees (*Apis mellifera intermissa*) made have 17 different chemical compounds. They noted that the main phenolic compound was caffeic acid (0.85 $mg \cdot g^{-1}$ EAP) and the main flavonol compound was pinocembrin (0.82 $mg \cdot g^{-1}$ EAP). Significant ($P \leq 0.05$) differences were observed in dragon fruit quality when treated with different concentrations of ethanolic extract of propolis (EEP) (0.25, 0.50, 0.75 and 1.0%) and stored at 20 ± 2 °C and 80 ± 5% relative humidity (RH) for 20 days, which matched our results. Passos et al. (2016) reported test panel did not detect significant differences amongst coated and not coated cv. Prata bananas up to six days of storage. Propolis extracts.

Conclusion

In addition to a broad spectrum of antimicrobial activity, contain hydrophobic composites that assist in ameliorating attributes as biodegradable films on fruits.

Keywords: Antioxidant, Chlorophyll, Phenol, Weight Loss

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۳-۱۱۷

اثر عصاره الکلی بره‌موم و هیدروکولینگ بر برخی صفات پس از برداشت خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus*)

وحید انیسی[۱]- یحیی سلاح ورزی[۲*]- مریم کمالی[۳]- بهرام عابدی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱

چکیده

به دلیل عمر کوتاه پس از برداشت خیار و سرعت بالای کاهش کیفیت آن از روش‌های مختلفی جهت حفظ مرغوبیت خیار مانند پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود. به منظور بررسی اثر دو عامل بره‌موم به عنوان یک پوشش خوراکی و هیدروکولینگ بر ماندگاری خیار، این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح عصاره الکلی بره‌موم (صفر، ۴ و ۸ درصد) و دو سطح غوطه‌وری در آب در دمای ۴ و ۲۴ درجه سلسیوس، در چهار تکرار بود. پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها به مدت ۲۱ روز در دمای ۱۰ درجه‌سلسیوس نگهداری شدند. نتایج نشان داد برهمکنش دو تیمار فوق بر درصد کاهش وزن میوه، سفتی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای کلروفیل و مواد جامد محلول اثرگذار بود. بیشترین کاهش وزن میوه در تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی با بره‌موم) در هیدروکولینگ ۴ درجه سلسیوس با میانگین ۵/۰۲۵ درصد مشاهده شد. محلول‌پاشی میوه‌ها با بره‌موم در دو غلظت ۴ و ۸ درصد منجر به افزایش سفتی بافت میوه نسبت به نمونه‌های شاهد در هر دو تیمار دمایی شد. بیشترین میزان کلروفیل کل بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای بره موم ۸ درصد + دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد (میانگین ۸/۹۶ میلی‌گرم بر گرم) و تیمار ۸ درصد بره‌موم + دمای ۴ درجه سلسیوس (با میانگین ۸/۶۸ میلی‌گرم بر گرم) و تیمار ۴ درصد بره‌موم+ دمای ۴ درجه سلسیوس (با میانگین ۷/۹۳ میلی‌گرم بر گرم) بود. همچنین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد محلول‌پاشی با بره موم ۴ و ۸ درصد منجر به افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی شد. به طورکلی اگرچه میوه‌های تیمار شده با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد کاهش وزن بیشتری نسبت به دمای ۴ درجه سلسیوس نشان دادند ولی کاربرد هر دو غلظت بره‌موم منجر به بهبود صفات مربوط به ماندگاری پس از برداشت شد، مقدار فنول میوه را کاهش داد و بر سفتی بافت و سایر صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده اثر گذاشت.

واژه‌های کلیدی: درصد کاهش وزن، فنول، فعالیت آنتی‌اکسیدان، کلروفیل

مقدمه

خیار با نام علمی *Cucummis sativus* یکی از مهمترین سبزی‌های کشت‌شده در دنیا می‌باشد. به دلیل عمر کوتاه پس از برداشت خیار و سرعت بالای کاهش کیفیت آن، از روش‌های مختلفی جهت حفظ مرغوبیت خیار مانند پوشش‌های خوراکی، بسته‌بندی اتمسفر کنترل‌شده و یا پارافین استفاده می‌شود. از اساسی‌ترین موارد موجود در خرید و فروش و جابه‌جایی این محصولات، ماندگاری کم و عمر کوتاه بعد برداشت آن‌ها می‌باشد (Lin and Zhao, 2007). شرایط مناسب برای انبارداری خیار ۱۰-۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۵ درصد است. طول دوره انبارمانی خیار کمتر از ۱۴ روز بوده و کیفیت آن به‌سرعت کاهش می‌یابد (Lin and Zhao, 2007). یکی از روش‌های افزایش ماندگاری و جلوگیری از توسعه بیماری‌ها و آسیب به بافت خیار، استفاده از پوشش‌های طبیعی خوراکی تهیه شده از مواد طبیعی مانند موم‌ها است (Mobli and Pirasteh, 1994). موم‌های مختلفی با روش‌های گوناگون موم‌اندود کردن برای خیار استفاده می‌گردد. استفاده از موم باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شود اما در کاهش از دست دادن رطوبت خیار اثرگذار بوده و مانع پژمردگی آن می‌شود و از طرفی باعث حفظ کیفیت در هنگام جابه‌جایی محصول می‌گردد (Mobli and

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانش آموخته دکتری و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Selahvarzi@um.ac.ir
DOI: 10.22067/JHS.2021.68874.1020

Pirasteh, 1994). یکی از انواع مومها، بره موم است. برهموم یا چسب زنبور یکی از فراوردههای جانبی زنبورعسل است که کاربردهای متنوعی دارد. این ماده شبیه به موم زنبورعسل بوده و خمیری شکل و چسبناک با بویی مطبوع می باشد و دارای رنگ زرد تا قهوهای است (Zahid *et al*., 2013). استفاده از این پوششها طعم و مزه و ظاهر بافت میوه را تغییر نداده و در عین حال بازارپسندی محصول را نیز افزایش دهد (Zahid *et al*., 2013). این پوششها بهطور کامل خوراکی و طبیعی بوده و باعث حفظ رطوبت میوهها و سبزیها شده و عمر پس از برداشت آنها را طولانیتر می کند. این پوشش ها دارای مواد غذایی مفیدی بوده که خاصیت ضد قارچی داشته و آلودگی و خراب شدن محصولات را در طول مدت انبارداری به تأخیر میاندازد (Zahid *et al*., 2013). مومی کردن محصولات در کنترل کاهش وزن به دلیل کاهش تبخیر و تعرق اثر مفید داشته و مشتریپسندی محصول را افزایش میدهد (Meidani and Hashemi, 1997). بهکارگیری مومها برای طولانیتر کردن عمر انباری تولیداتی مانند خیار، گوجه فرنگی، فلفل، موز، سیب، مرکبات و اندامهای خوراکی امری رایج است (Meidani and Hashemi, 1997). در تحقیقی مشخص شد که مومهای استخراجی از نفت، در طول ۱۴ روز باعث جلوگیری از کاهش ۵۰ درصد وزن میوه خیارها شد ولی فساد خیارهای مومی شده ۱۰۰ درصد بیشتر از خیارهای معمولی در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد بود (Meidani and Hashemi, 1997). بعضی از انواع پوششهای خوراکی که از ترکیبات صمغی میباشند اثر زیادی در طولانیتر کردن دوره رسیدگی در تعدادی از میوهها مانند موز، انبه و یا پایا دارند (Ali *et al*., 2010). صمغ عربی[1] در میوه گوجهفرنگی سبب کاهش نرمی بافت و دیرتر خراب شدن آن گردید (Ali *et al*., 2010). ژلی که از کاکتوس به دست میآید و برای پوشش خوراکی استفاده گردید، باعث طولانیتر شدن عمر پس از برداشت و انبارمانی بهتر توتفرنگی و افزایش خصوصیات کمی و کیفی آن گردید (Del-Valle *et al*., 2005). در تحقیقی نشان داده شد که توتفرنگیهای تیمار شده با کلسیمکلرید و کاراجینان استحکام بافت خود را برای مدت بیشتری حفظ نمودند (Ribeiro *et al*., 2007; Tzoumaki *et al*., 2009;). پوششهای خوراکی اثر مثبتی در حفظ وزن اولیه مارچوبه و طولانیتر کردن زمان به وجود آمدن رنگ ارغوانی آن دارد (Tadelen and Bayindirli, 1998).

خنک کردن میوهها و سبزیها در سیستم آب خنک (هیدروکولینگ) نیز روش مناسب برای افزایش ماندگاری پس از برداشت است (Terue *et al*., 2004). استفاده از تیمار هیدروکولینگ باعث میشود میزان انتقال حرارت در محصولات نسبت به نگهداری در انبار ۱۰ برابر افزایش یابد (Delghando and Wensum, 2001). ترول و همکاران (Terue *et al*., 2004) میوههایی مانند خربزه، انبه، گواوا، پرتقال، آلو و سبزیهایی مانند خیار، هویج و لوبیا سبز پس از برداشت در دمای یک درجه سلسیوس تحت تیمار هیدروکولینگ قرار داد و گزارش کرد دمای هیدروکولینگ به سایز و مدت زمان قرار گرفتن میوهها در تیمار دمای پایین بستگی دارد (Terue *et al*., 2004).

با توجه به لزوم افزایش عمر انبارداری سبزیجاتی از قبیل خیار و نقش پیشتیمار سرمایی و پوششهای خوراکی در افزایش ماندگاری و صفات کمی و کیفی پس از برداشت خیار آزمایش فوق طراحی و اجرا شد.

مواد و روشها

تمام مراحل این تحقیق طی سالهای ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در آزمایشگاههای گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این آزمایش بهصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و چهار مشاهده در هر تکرار انجام شد. به دلیل تخریبی بودن برخی صفات، اندازهگیریها در ۴ مرحله به فواصل ۷ روز انجام شد و نتایج مرحله آخر بهعنوان نتایج اصلی آزمایش مورد گزارش قرار گفت. فاکتور اول شامل دو سطح غوطهوری در آب با دمای ۴ درجه سلسیوس (بهعنوان تیمار هیدروکولینگ) و ۲۴ درجه سلسیوس (بهعنوان شاهد برای هیدروکولینگ) و فاکتور دوم شامل سه غلظت برهموم (صفر، ۴ و ۸ درصد) بود.

تهیه میوههای خیار رقم 'نگین' گلخانهای از استان خراسان در شهر شاندیز و در ۲۰ کیلومتری دانشگاه صورت گرفت. برهموم مورد استفاده در این پژوهش از کندوهای زنبور عسل واقع در شهرستان مشهد جمعآوری شد. سپس نمونه ها در اسرع وقت به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی منتقل و تا زمان عصاره گیری در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. جهت تهیه عصاره الکلی برهموم، ابتدا قطعات بزرگ بره موم به قطعات ریز خرد شد، سپس ۲۵ گرم از آن با ۲۵۰ میلی لیتر محلول اتانول ۸۰ درصد مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق در سطح افق تکان داده شد (۱۵۰ دور در دقیقه). عصاره الکلی حاصل توسط کاغذ صافی نمره ۴۲ واتمن دو بار صاف شده و به کمک دستگاه روتاری الکل آن تبخیر و عصاره الکلی خالص بهدست آمد. سپس عصاره خالص بدست آمده توزین و محلول ۴ و ۸ درصد (وزن به حجم) آن در الکل ۸۰ درجه (Merck, Germany) تهیه و تا زمان استفاده در ظرف شیشه ای تیره و دمای ۴ درجه نگهداری شد (Popova *et al*., 2005). آنالیز شیمیایی عصاره الکلی با GC-MS در جدول ۱ آمده است.

1- Gum arabic

جدول ۱- ترکیب شیمیایی عصاره الکلی بره‌موم
Table 1- Chemical composition of alcoholic extract of Propolis

ترکیبات Compoumds	مقدار Amount (%)	زمان نگهداری Retention Time (min)
Aldehydes		
2-Hydroxy-5-methyIbenza dehyde	2.12	9.44
Flavonoids		
5-Hydroxy-7-methoxy flavanone (pinostrobin)	9	14.14
5,7,40-Trihydroxy flavanone (naringenim)	2.14	16.33
5,7-Dihydroxy flavone (chrysim)	4.91	17.18
Dihydrochrysim	9.69	15.41
Aromatic acids		
3(3,4-Dihydroxyphenyl-2-propenoic (caffeic acid)	5.25	14.45
Sesquiterpeues		
Cis-lanceol	2.12	11.14
Caryophyeneoxide	6.18	12.88
Endesmol	7.38	11.77
6-Hydroxy-1-oxogermacr-4,10(15),11(13)-trien-12,8-olide	0.31	11.43
Triterpenes		
3,12-Oleandione	0.42	18.07
Alcohol		
1-Heptatriac otanol	2.25	11.22
Aliphatic hydrocarbons		
1,5,5-Trimethyl-6-methylene-cyclobexene	3.25	12.12
Alfaxalone	5.19	12.99
Aromatic hydrocarbons		
2-Anino-1-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl) ethanone	5.99	14.41
1,3,8-trihydroxy-6-methylanthracene-9,10-dione	4.26	17.34

مراحل اعمال تیمار

میوه‌های هم اندازه خیار (به طول ۱۲-۱۴ سانتی‌متر) بدون آسیب‌دیدگی فیزیکی به‌صورت مستقیم از گلخانه انتخاب و بلافاصله به محل انجام آزمایش منتقل شدند. دمای داخلی میوه‌ها در زمان برداشت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. تیمار اول آزمایش، غوطه‌وری میوه‌ها در آب با دو دمای ۴ و ۲۴ درجه سلسیوس بود، برای غوطه‌وری میوه‌ها در آب، دستگاهی جهت تنظیم دقیق دمای آب تعریف و طراحی شد. دستگاه دارای دو حسگر حساس با دقت ۱ درجه سلسیوس بود. بازه دمایی دستگاه قابل تنظیم از ۴- تا ۶۸+ درجه سلسیوس و حجم آبگیری دستگاه ۵۰ لیتر بود. به این منظور دستگاه شستشو داده شده و با وایتکس تجاری ۵ درصد ضدعفونی گردید و مجدد با آب معمولی مورد شستشو قرار گرفت. جهت اعمال تیمار دمایی ۲۴ درجه سلسیوس دمای آب دستگاه روی ۲۴ درجه سلسیوس تنظیم و میوه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در آب غوطه‌ور شدند. برای اعمال تیمار دمایی ۴ درجه سلسیوس (دمای هیدروکولینگ) به‌دلیل هم‌دما نبودن دمای بافت میوه و دمای مورد نظر (۴ درجه سلسیوس)، ابتدا دمای دستگاه روی ۲۴ درجه سلسیوس تنظیم شد و پس از غوطه‌ور شدن میوه‌ها دمای دستگاه روی ۴ درجه سلسیوس تنظیم گردید. با توجه به‌دقت دمای دستگاه هیدروکولینگ که در هر دقیقه ۱ درجه سلسیوس کاهش داشت میوه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در آب غوطه‌ور شد تا دمای آب به ۴ درجه سلسیوس برسد و دمای بافت میوه و آب به اصطلاح هم دما گردد. به منظور اطمینان از هم دما شدن سطح بیرونی و درونی خیار، ثبت دمای عمقی و سطح خیار پس از ۲۰ دقیقه غوطه‌وری در آب انجام شد. پس از هم دما شدن آب و بافت داخلی میوه، میوه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفتند. تیمار دوم مورد بررسی محلول‌پاشی میوه‌ها با غلظت‌های متفاوت بره‌موم در سه سطح صفر، ۴ و ۸ درصد بود. پس از خشک شدن رطوبت حاصل از غوطه‌وری، سطوح متفاوت بره‌موم روی سطح میوه محلول‌پاشی شد. میوه‌های تیمار شده در هوای آزاد به مدت ۳۰ دقیقه خشک شدند. در هر تکرار ۴ عدد میوه خیار در ظروف پلاستیکی دربدار قرارگرفت. در ادامه میوه‌ها به مدت ۲۱ روز به انکباتور (مدل ۵۵۵۵، ساخت ایران) با دمای ۱۰ درجه سلسیوس منتقل شدند. نمونه برداری از نمونه ها طی ۲۱ روز به فواصل هفت روز یکبار طی چهار مرحله (روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱) انجام شد و روند تغییرات سفتی بافت، درصد کاهش وزن میوه، کلروفیل و مواد جامد محلول بررسی گردید. همچنین سایر صفات ذیل در مرحله آخر نمونه

برداری مورد اندازه گیری قرار گرفت.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

درصد کاهش وزن: برای محاسبه درصد کاهش وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پس از انتقال به آزمایشگاه و نیز به فواصل معین در طول نگهداری در انکیباتور وزن شدند. اندازه‌گیری میزان کاهش وزن میوه‌ها با اندازه‌گیری مجموع وزن میوه‌های هر تکرار در ابتدای آزمایش پس از بیرون آوردن از انکیباتور در هر دوره صورت گرفت. سپس با استفاده از رابطه زیر درصد کاهش وزن اندازه‌گیری شد.

$$V = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \qquad \text{رابطه ۱}$$

V: درصد کاهش وزن،W1: وزن اولیه، W2 وزن ثانویه

آزمون سفتی بافت: اندازه‌گیری سفتی بافت خیار با دستگاه سفتی‌سنج مدل OSK-I-10576 صورت گرفت. میزان فشار دستگاه برحسب نیوتن بر مترمربع از روی صفحه دستگاه قرائت گردید. سپس با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$N = m.g \qquad \text{رابطه ۲}$$

m=کیلوگرم جرم ماده (عدد دستگاه)

g=معادل ۹/۸ (ثابت نیوتن)

N= نیروی لازم برای فشردن صفحه درون بافت (نیوتن)

اسیدیته عصاره: جهت اندازه‌گیری اسیدیته عصاره میوه، از دستگاه pH متر Elmteron مدل CP -501 استفاده گردید. برای تعیین pH عصاره میوه، ابتدا دستگاه با استفاده از محلول‌های بافر با pH ۴ و ۷ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کالیبره شد. سپس الکترود دستگاه داخل آب‌میوه قرار گرفت و پس از ثابت شدن عدد pH متر، pH عصاره قرائت و یادداشت گردید.

مواد جامد محلول: برای محاسبه مواد جامد محلول عصاره از دستگاه قندسنج مدل K-0032 استفاده شد. ابتدا با چند قطره آب مقطر و با استفاده از کلید کالیبره دستگاه، تنظیم گردید. پس از خشک‌کردن منشور دستگاه یک قطره عصاره تهیه شده را بر روی منشور گذاشته و کلید خواندن عدد دستگاه فشار داده شد تا عدد درجه بریکس به دست آید. برای اندازه‌گیری هر تکرار به دلیل نوسانات دمایی آزمایشگاه برای اینکه خطای کمتری ایجاد شود دستگاه کالیبره گردید.

کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید: برای محاسبه محتوای کلروفیل از روش دره و همکاران (Dere *et al.*, 1998) استفاده گردید. مقدار ۰/۲ گرم پوست خیار از وسط هر میوه کاملاً جدا و در هاون چینی ریخته، سپس آن را کوبیده و کاملاً له شد، بعد از آن ۱۰میلی لیتر الکل متانول ۹۶ درصد به نمونه ساییده شده اضافه شد. مقداری هم زده و سپس مایع را در لوله فالکن ریخته، سپس فالکن‌های حاوی نمونه داخل دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. عصاره فوقانی حاصل از سانتریفیوژ جدا و قرائت شد. در طول موج‌های ۶۶۶ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۵۳ نانومتر برای کلروفیل b توسط دستگاه اسپکتوفتومتر مدل ۲۱۰۰ مقدار جذب قرائت شد. در انتها با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید و کلروفیل کل برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن نمونه‌تر به دست آمد.

رابطه ۳

Chorophyll a (CHLa) = 15.65 A666 – 7.340 A653

Chorophyll b (CHLb) = 27.05 A653 – 11.21 A666

Total Chorophyll (CHLt) = CHLa + CHLb

فنول کل: برای اندازه‌گیری فنول کل از روش سینگلتون و روسی (Singleton and Rossi, 1965) استفاده گردید. در ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره نمونه گیاهی را با ۱ میلی‌لیتر حلال متانول مخلوط نموده و محلول حاصل با همان حلال به نسبت ۱ به ۱۰۰ رقیق شد. در ادامه ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره رقیق‌شده ۱/۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ و ۱/۵ میلی‌لیتر فولین سیکالتو ۱۰ درصد اضافه شد. سپس نمونه‌ها را به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت و سپس در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. نمودار استاندارد توسط گالیک اسید به غلظت‌های صفر، ۳، ۵، ۸، ۱۰و ۱۲، و ۱۲ میلی‌گرم در لیتر رسم شد.

$$Y = 0.0016 X + 0.0036 \qquad \text{رابطه ۴}$$

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش ری و همکاران (Re *et al.*, 1999) استفاده گردید. پس از تهیه عصاره‌های گیاهی جذب نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه در طول موج ۵۱۷ نانومتربا اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$R = AD – AS/AD \times 100 \qquad \text{رابطه ۵}$$

R: درصد مهار

AD: جذب DPPH در ۵۱۷ نانومتر

AS: جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر

برای مقایسه فعالیت عصاره‌ها از پارامتر IC_{50} استفاده شد (IC_{50} غلظتی از عصاره است که ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را مهار می‌کند).

تجزیه آماری داده‌ها: داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری JMP-8 تجزیه و تحلیل گردید و میانگین تیمارها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. همچنین نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel سری ۲۰۱۰ ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

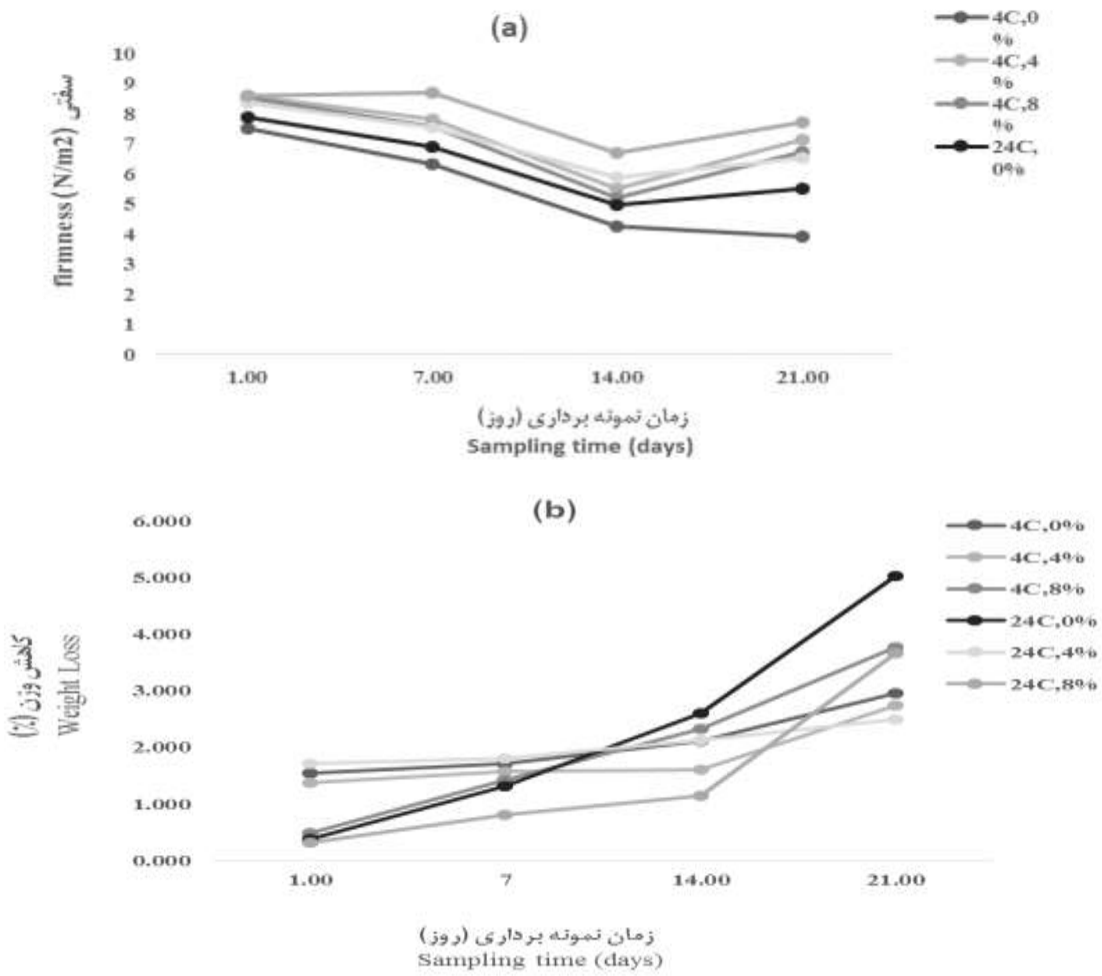
درصدکاهش وزن و سفتی بافت میوه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات در جدول ۲ آمده است. اثر ساده تیمار هیدروکولینگ و تیمار بره‌موم و برهمکنش آن‌ها بر درصد کاهش وزن میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. همچنین طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس سفتی بافت میوه (جدول ۲)، اثر ساده تیمار هیدروکولینگ، اثر ساده تیمار بره‌موم و همچنین برهمکنش تیمار هیدروکولینگ در تیمار بره‌موم در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت سفتی بافت میوه معنی‌دار گردید. وزن میوه طی ۴ مرحله اندازه‌گیری به تدریج کم شد. به‌طوریکه در اولین مرحله اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه در تیمار ۲۴ درجه بدون محلول‌پاشی با بره موم ۰/۳ درصد بود و در مرحله چهارم به ۵ درصد رسید (شکل ۱-الف). به این ترتیب با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهمکنش تیمار هیدروکولینگ و بره موم (شکل ۲) بیشترین درصد کاهش وزن میوه در تیمار بدون بره‌موم و هیدروکولینگ ۲۴ درجه با میانگین ۵/۰۲۵ ٪ مشاهده شد. این در حالی است که در همین تیمار دمایی (۲۴ درجه سلسیوس) با کاربرد غلظت‌های ۴ و ۸ درصد بره‌موم کاهش وزن کمتری مشاهده شد. در تیماره ۴ درجه سلسیوس بین سه سطح بره‌موم بکار رفته اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. به این ترتیب اگرچه در دمای ۴ درجه سلسیوس تیمار بره‌موم تأثیر معنی‌دار بر درصد کاهش وزن میوه نداشت ولی در دمای ۲۴ درجه سلسیوس خیارهایی که با بره‌موم تیماردهی شده بودند کاهش وزن کمتری نشان دادند. در واقع تیمار بره‌موم سبب حفظ بهتر وزن میوه بخصوص در دماهای بالای انبارمانی (۲۴ درجه سلسیوس) شد.

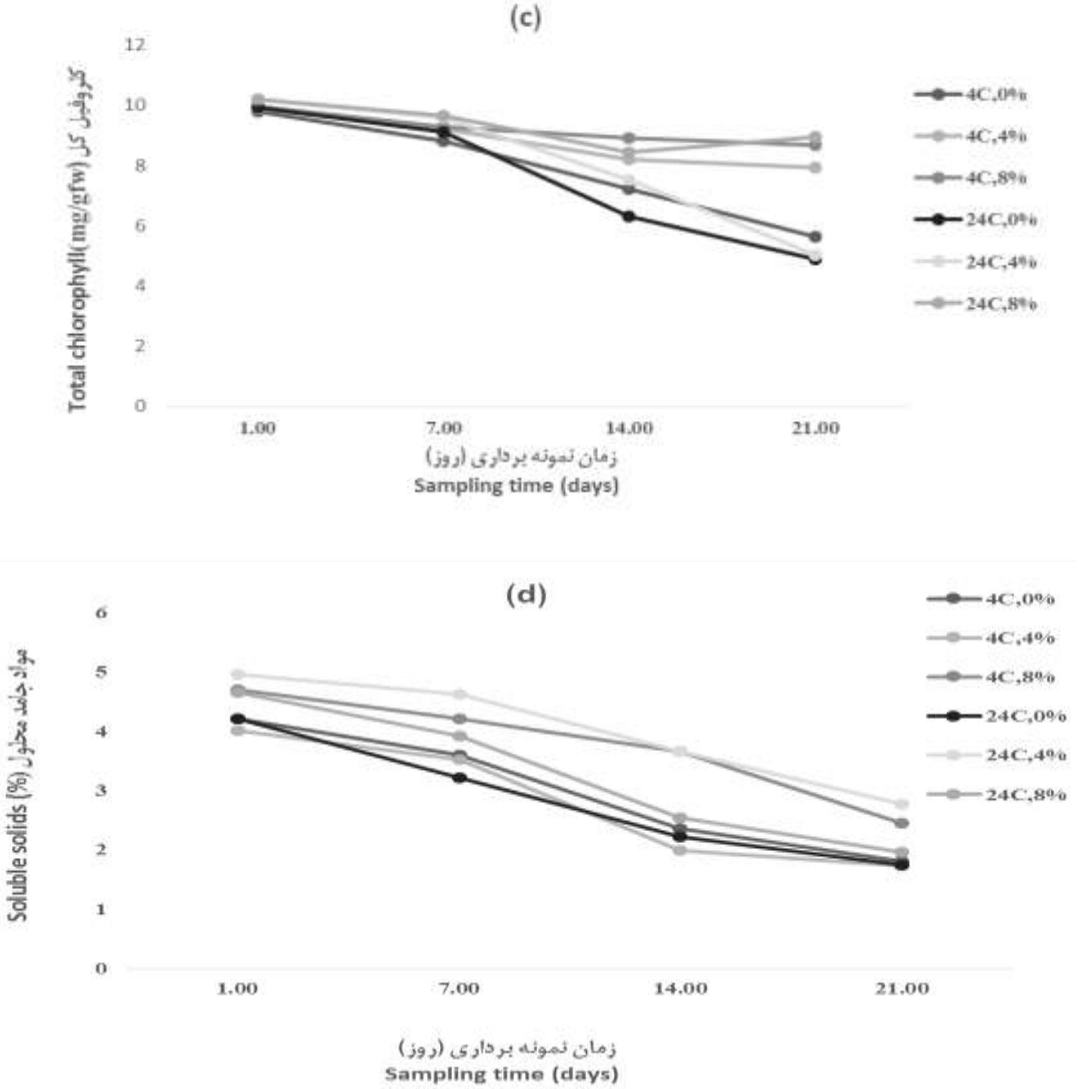
با توجه به نتایج شکل ۱-ب مقدار سفتی بافت طی دوره نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به تدریج کم شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمار هیدروکولینگ × تیمار بره‌موم در شکل ۳ نشان داده شده است. کمترین میزان سفتی بافت میوه با اختلاف معنی دار در تیمار بدون بره‌موم و در هیدروکولینگ ۴ درجه سلسیوس با میانگین ۳/۹۲۵ نیوتن بر مترمربع مشاهده شد. این در حالی است که محلول‌پاشی میوه‌ها با بره‌موم در دو غلظت ۴ و ۸ درصد منجر به افزایش سفتی بافت میوه نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی با بره‌موم) در هر دو تیمار دمایی شد. به این ترتیب در دمای ۲۴ درجه سلسیوس با افزایش غلظت بره‌موم به ۴ و ۸ درصد سفتی بافت میوه به‌ترتیب ۱۸/۱۱ و ۴۰ درصد نسبت به عدم محلول‌پاشی با بره‌موم افزایش داشت. هرچند در این تیمار دمایی بین دو سطح ۴ و ۸ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

کاهش وزن یکی از مهم ترین مشکلات مربوط به انبارداری محصولات است. مهمترین دلیل کاهش وزن مربوط به تعرق (از دست رفتن آب از بافت‌های زنده) از سطح میوه و تنفس (از دست رفتن کربوهیدرات) در طی برداشت و انبارداری است (Kahramano, 2017). پوشش‌ها می‌توانند با محدود کردن تبادلات گازی باعث جلوگیری از کاهش وزن میوه شده و همچنین روی طعم میوه موثر باشند (Howard and Dewi, 1995). گزارش شده است ترکیبات آبگریز موجود در عصاره بره‌موم روی سطح میوه قادر به تشکیل یک مانع زیستی هستند که از خروج آب از سطح میوه جلوگیری می‌کنند (Xing *et al.*, 2011; Passos *et al.*, 2016;). گزارشات مشابه مبنی بر تاثیر بره‌موم بر جلوگیری از کاهش وزن در دوره پس از برداشت روی انار (Ali *et al.*, 2014)، انبه (Al-Qurashi and Awad, 2018)، پاپایا (Ali *et al.*, 2014; Da Cunha *et al.*, 2018; Passos *et al.*, 2016)، موز (Passos *et al.*, 2016)، دراگون فروت (میوه اژدها) (Zahid *et al.*, 2013)، پرتقال (Badawy 2016; Passos *et al.*, El-Badawy *et al.*, 2012; 2016;) و خیار (Kahramano and Usanmaz, 2019) مشاهده شد. عصاره اتانولی بره‌موم در غلظت ۱درصد در حفظ وزن میوه انار در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد انبار اثرگذار بود (Ali *et al.*, 2014). به طوریکه درصد کاهش وزن میوه انار طی ۱۵۰ روز انبارداری تحت اثر بره‌موم ۱۱ درصد و در شرایط عدم استفاده از بره‌موم ۲۰ درصد بود (Kahramno *et al.*, 2018). نتایج مشابه در خیار نیز نشان داد با کاربرد عصاره الکلی بره موم در غلظت ۰/۵ درصد ، درصد کاهش وزن میوه در خیارهای تحت تیمار ۱۵ درصد و در خیارهای شاهد ۲۶ درصد طی ۲۴ روز انبارداری بود (Kahramano and Usanmaz, 2019). در پرتقال رقم "Washington Navel" استفاده از غلظت‌های ۲ و ۳ درصد عصاره الکلی بره‌موم در جلوگیری از کاهش وزن میوه اثر گذاشت (Badawy 2016; El-adawy *et al.*, 2012; Passos *et al.*, 2016). البته این نکته قابل ذکر است که اتانول به‌عنوان اصلی ترین حلال مورد استفاده در تهیه عصاره بره‌موم، خود در انسداد روزنه‌ها، کاهش تعرق، کاهش تنفس و در نتیجه جلوگیری از کاهش وزن میوه موثر است (Ali et al., 2014). هرچند مطالعات نشان داده استفاده از الکل به تنهایی به‌دلیل فرار بودن اثر مثبتی بر حفظ کیفیت میوه و جلوگیری از کاهش وزن میوه نداشته است (Gabler et al., 2005). برخلاف نتایج مشاهده شده در این آزمایش، مطالعات روی سیب رقم "Eva" نشان داد هیچ یک از عصاره‌های آبی و الکلی بره‌موم بر افزایش عمر انبارداری سیب در دمای ۵ درجه سلسیوس انبار اثر نداشتند (Mariano-Nasser, 2020).

با توجه به نتایج شکل ۲ درصد کاهش وزن میوه در دمای ۲۴ درجه سلسیوس نسبت به ۴ درجه سلسیوس بیشتر بود. در واقع دمای بالا به دلیل تنفس بالا می‌تواند سبب کاهش سوبستراهایی مثل قندها و پروتئین‌ها شده و منجر به افت وزن میوه شوند (Jiang *et al.*, 2003). به نظر می‌رسد با افزایش سطح بره‌موم در دمای بالا (۲۴

درجه) میزان تنفس افـزایش و تحلیـل رطوبـت کـاهش پیـدا کـرد و فعالیت آنزیم‌ها کم شد و از تجزیه بافت میـوه تـا حـدودی جلـوگیری شد. به همین ترتیب در گوجه فرنگی گزارش شد نگهداری میوه‌ها در دمای بالا سبب تحلیـل در واکـس اپـی‌کوتیکـولی شـده و در نتیجـه رطوبت در میوه‌هایی که در دمای بالا نگهداری شده کـاهش یافتـه و وزن آن کم می شود (Garcia *et al*., 1998). با توجه بـه تـاثیر بـره موم بر جلوگیری از کاهش وزن خیار گزارش شده است پوشـش‌هـای خوراکی انتقال آب از میوه بـه اتمسـفر را محـدود و از پوسـت میـوه محافظت می‌کند و مانع تبخیر آب‌میـوه مـی‌شـود (Delgando and Wensun, 2001). دو عامل پوشش و دمای مناسب بر حفظ مطلوب سفتی بافت میوه در انبار مـوثر اسـت و بـر فعالیـت آنـزیم‌هـای پلـی گالاکتروناز و پکتین متیل استراز به عنوان دو عامل تعیین‌کننده میزان نرم شدن میوه و سبزیجات اثـر دارد (Tedlen Park *et al*., 1994 ; and Bayindirli, 1998). کاهش انتشار گازهـای تنفسـی از طریـق پوست میوه و تأخیر در متابولیسم میوه با کاهش شدت تنفس موجـب حفظ و استحکام میـوه‌هـا و سـبزی‌هـا مـی‌باشـد (Delgando and Wensun, 2001). به‌دلیل کاهش افت وزن و حفظ بهتر تورژسـانس، پوشش‌ها می‌توانند باعث حفظ بهتر سفتی میوه در انبار گردنـد (Rao et al., 2011). اگزینگ (Xing *et al*., 2011) گزارش کـرد پوشـش خوراکی بر سفتی بافت فلفل دلمه‌ای و خیار اثر مثبت دارد. طباطبـایی کلور و همکاران (Tabatabaekolor *et al*., 2016) گـزارش کردنـد میوه‌های گوجه‌فرنگی نگهداری شده در دمـای ۴ درجـه سـانتی‌گـراد نسبت به میوه‌های نگهداری شـده در دمـای ۲۰ درجـه سلسـیوس از سفتی بافت مطلوب‌تری برخوردار بودند.





شکل ۱- روند تغییر سفتی (a)، کاهش وزن (b)، کلروفیل کل (c) و درصد مواد جامد محلول (d) میوه خیار رقم 'نگین' طی مدت زمان انبارمانی تحت تیمار غوطه‌وری در آب با دماهای ۴ و ۲۴ درجه سلسیوس و سطوح صفر، ۴ و ۸ درصد بره‌موم

Figure 1- The changing trend of firmness (a), weight loss (b), total chlorophyl (c) and TSS (d) of cucumber fruit cv. 'Negin' during four measurement stages treated with two temperatures and different levels of propolis. (LSD, *p≤0.05*)

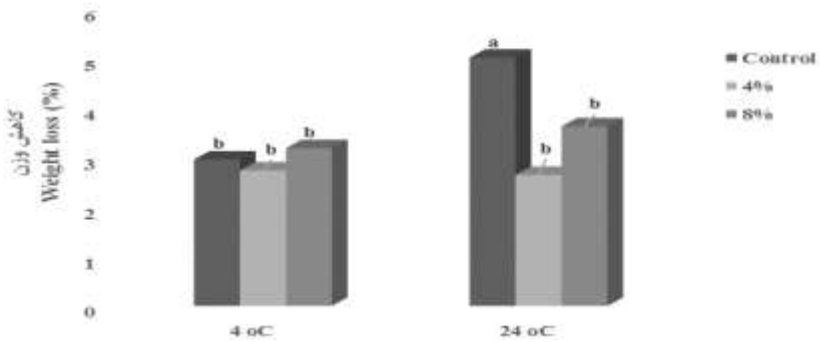
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ارزیابی‌شده میوه خیار رقم 'نگین' تحت تاثیر کاربرد هیدروکولینگ و بره موم

Table 2- The ANOVA (mean squares) for cucumber fruit cv. 'Negin' traits affected by hydrocoolingand propolis application

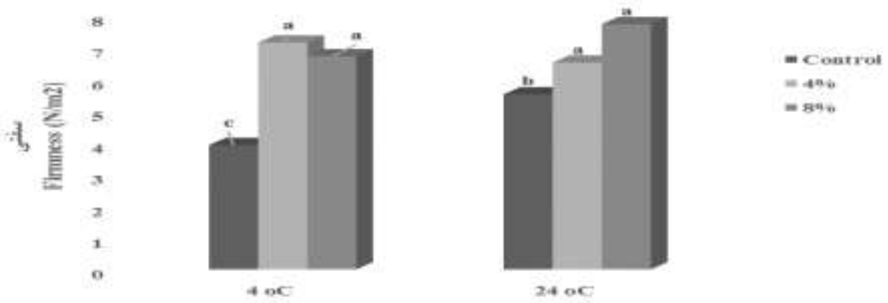
منابع تغییرات S.O. V	درجه آزادی df	فعالیت آنتی اکسیدانتی Antioxidant activity	فنول Phenol	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	سفتی Firmness	کاهش وزن Weight loss
هیدروکولینگ (A) hydrocooling	1	0.6865*	0.0091ns	7.417*	1.519*	2.222 *	1.520*	0.890*	2.576*	3.893*
بره موم (B) Propolis	2	0.047*	0.53*	25.257*	5.634*	7.645 *	0.010 ns	0.0455 ns	14.259*	3.283*
A×B	2	0.064*	0.00026ns	5.236*	2.082*	0.883 ns	1.390*	0.0089 ns	2.651*	2.478*
خطا Error	18	0.0092	0.24	0.605	0.295	0.305	0.042	0.025	0.290	0.289
ضریب تغییرات CV (%)		12.4	12.5	14.5	14.1	13.3	10.12	7.2	5.3	6.2

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

ns, *, **; indicate non-significant and significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۲- اثر غلظت‌های متفاوت بره‌موم (۰، ۴، ۸ درصد) بر درصد کاهش وزن میوه خیار رقم 'نگین' تحت تاثیر دو تیمار دمایی (هیدروکولینگ)
Figure 2- The effect of different concentrations of propolis (0, 4, and 8 %) on the percentage of weight loss of cucumber fruit cv. 'Negin' under two temperature treatments (hydrocooling). (LSD, $p\leq 0.05$)



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف بره‌موم (۰، ۴، ۸ درصد) بر میزان سفتی بافت میوه خیار رقم 'نگین' تحت دو تیمار دمایی هیدروکولینگ
Figure 3- The effect of propolis levels (0, 4, and 8 %) on firmness of cucumber fruits cv. 'Negin' under two hydrocooling treatments. (LSD, $p\leq 0.05$)

اسیدیته (pH) عصاره: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر ساده تیمار هیدروکولینگ و بره‌موم بر میزان اسیدیته عصاره در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید، ولی برهم‌کنش آن‌ها بر میزان اسیدیته عصاره اثر معنی‌دار نداشت. میزان اسیدیته در تیمار هیدروکولینگ ۲۴ درجه با میانگین ۵/۴۴ کمتر از میزان آن در تیمار هیدروکولینگ ۴ درجه با میانگین ۵/۸۲ بود (جدول ۳).

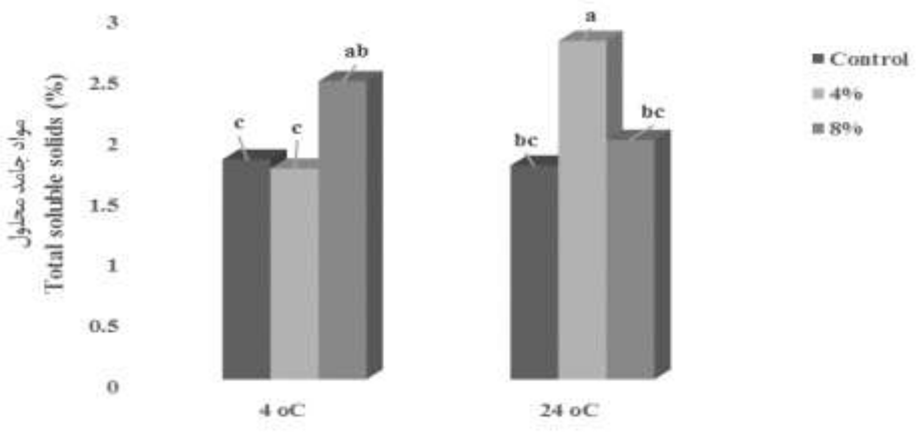
اسید مالیک فراوان‌ترین اسید موجود در میوه خیار می‌باشد. پیش‌ساز آن مالات است که به نظر می‌رسد در انبار در تنفس مصرف می‌شود و به اسید مالیک تبدیل نمی‌شود (Srilaong and Tatsumi, 2003). تغییرات pH در انبارمانی خیار متفاوت گزارش شده است به‌طوری‌که سریلانگ و همکاران (Srilaong and Tatsumi, 2003) گزارش کردند pH خیار در انبار افزایش یافته است. در pH پائین سیستم آنزیمی مسئول عطر و طعم میوه بی‌تأثیر می‌شود (Palma-Harris *et al*., 2002). از طرفی با توجه به نتایج جدول ۴، pH شاهد بره‌موم (۵/۲۵) نسبت به دو تیمار بره‌موم کمتر می‌باشد. گارسیا (Garcia *et al*., 1998) کاهش pH (افزایش اسیدیته)، در طول دوره نگهداری را نشانه بروز پیری در میوه عنوان نمودند. استفاده از پوشش باعث به تعویق افتادن افزایش اسیدیته شده و در نتیجه پیری خیار را به تاخیر انداخت.

جدول ۳- اثر ساده تیمار هیدروکولینگ بر pH و کلروفیل a میوه خیار رقم 'نگین'
Table 3- Simple effect of hydro cooling treatment on pH and chlorophyll a of cucumber fruit cv. 'Negin'

تیمار Treatment	کلروفیل a Chlorophyll a (mg.g-1 fw)	اسیدیته pH
4 ^{0}C	4.42 a	5.82a
24 ^{0}C	3.61b	5.44b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.
In each column the means with similar letters are not significantly different at the 5% level.

مواد جامد محلول کل (TSS): اثر ساده تیمار هیدروکولینگ و برهم‌کنش تیمار هیدروکولینگ و برهموم بر مواد جامد محلول کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مطابق نتایج شکل ۱- د با نگهداری خیار طی دوره انبارداری در دمای ۱۰ درجه، به تدریج از مقدار مواد جامد محلول کم شد. در آخرین مرحله نمونه‌برداری بیشترین درصد مواد جامد محلول در برهموم ۴ درصد و در هیدروکولینگ ۲۴ درجه سلسیوس با میانگین ۲۷/۷ درصد حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار برهموم ۸ درصد در هیدروکولینگ ۴ درجه سلسیوس نداشت (شکل ۴). بنابراین به نظر می‌رسد برای حفظ مواد جامد محلول در دمای کمتر (۴ درجه سلسیوس نسبت به ۲۴ درجه سلسیوس) نیاز به غلظت‌های بالاتر برهموم می‌باشد. مواد جامد محلول و اسیدیته دو عامل مهم در تعیین طعم محصولات باغبانی هستند. در برخی مطالعات گزارش شده است برهموم بر مواد جامد محلول و اسیدیته میوه‌هایی مثل انبه، پاپایا و پرتقال اثر معنی‌دار نداشت (Mattiuz *et al.*, 2015; Da Cunha *et al.*, 2018; El-Badawy *et al.*, 2012;). این در حالی است که مطالعه روی میوه‌هایی مثل انار (Kahramno *et al.*, 2018)، پاپایا (Passos *et al.*, 2016)، موز (Ali *et al.*, 2014)، میوه اژدها (Zahid *et al.*, 2013)، پرتقال (Passos *et al.*, Badawy, 2016 ;2016) و انبه (Al-Qurashi and Awad, 2018) نشان از اثر معنی‌دار برهموم بر مواد جامد محلول و اسیدیته دارد. مکانیزم تاثیر برهموم بر حفظ مواد جامد محلول مشابه مکانیزمی است که برهموم در جلوگیری از کاهش وزن میوه دارد (Kahramno glu *et al.*, 2020). برهموم روی سطح میوه تشکیل یک لایه نیمه‌تراوا و زیست تجزیه‌پذیر داده و برخی از واکنش‌های بیوشیمیایی مثل تنفس را کاهش می‌دهد (Zahid *et al.*, 2013 Kahramno glu, 2017; Kittur *et al.*, 2001). تنفس میوه‌ها و سبزی‌ها سبب شکستن پلی‌ساکاریدها و تبدیل آن‌ها به قندهای ساده‌تر می‌شود. پوشش‌ها با کاهش فعالیت‌های متابولیکی سبب کاهش روند افزایش مواد جامد محلول می‌شود (Rabea *et al.*, 2003;Mostofi *et al.*, 2011 ;). مستوفی و همکاران (Mostofi *et al.*, 2011) گزارش کردند آب میوه‌های بدون پوشش، مواد جامد محلول کمتری دارند. طباطبایی فکور و همکاران (Tabatabaekolor *et al.*, 2016) گزارش کردند دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در حفظ مواد جامد محلول بهتر از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در میوه‌های گوجه‌فرنگی در انبار بود. نگهداری میوه‌های دارای پوشش در دمای پایین نسبت به میوه‌های بدون پوشش مواد جامد محلول خود را بیشتر حفظ کردند. طبق گزارش تادلن و بایندیرلی (Tadelen and Bayindirli, 1998) گوجه‌فرنگی نگهداری شده در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به گوجه‌فرنگی نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قند بیشتری در خود حفظ کرد.



شکل ۴- برهم‌کنش سطوح مختلف هیدروکولینگ × بره موم بر میزان قند محلول میوه خیار رقم 'نگین'

Figure 4- The interaction effect of different concentrations of propolis×hydrocooling levels on TSS amount of cucumber fruit cv. 'Negin' (LSD, *p≤0.05*).

کلروفیل a، b و کلروفیل کل: اثرات ساده تیمارهای هیدروکولینگ و بره موم بر میزان کلروفیل a و اثر متقابل این تیمارها بر کلروفیل b پوست خیار معنی‌دار شد. مقدار کلروفیل a در هیدروکولینگ ۴ درجه با میانگین ۴/۴۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیشتر از تیمار ۲۴ درجه با میانگین ۳/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود (جدول ۳). اثر برهموم نیز بر محتوای کلروفیل a در پوست خیار اثر

معنی‌دار داشت. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار بره موم ۸ درصد با میانگین ۵/۲۱ میلی‌گرم بر گرم حاصل گردید (جدول ۴). طبق نتایج این جدول بین دو سطح ۰ و ۴ درصد بره‌موم بر محتوای کلروفیل a پوست خیار اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمار هیدروکولینگ در تیمار بره‌موم بر کلروفیل b در شکل ۵ نشان داده‌شده است. طبق این نتایج، تیمارهای بره‌موم ۴ درصد + دمای ۴ درجه سلسیوس و بره‌موم ۸ درصد + دمای ۲۴ درجه سلسیوس بدون اختلاف معنی‌دار محتوای کلروفیل b بیشتری در پوست خیار داشتند. به این ترتیب در دمای درجه سلسیوس ۴ با افزایش غلظت بره‌موم از ۰ به ۴ و ۸ درصد محتوای کلروفیل b به ترتیب ۶۴ و ۵۳ درصد افزایش یافت.

با توجه به نتایج شکل ۱-ج طی دوره انبارداری مقدار کلروفیل کل به تدریج کم شد. به‌طوری‌که در تیمار ۲۴ درجه سانتی‌گراد + ۸ درصد بره‌موم از ۱۰/۲ به ۸/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر رسید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمار بره‌موم ×تیمار هیدروکولینگ بر میزان کلروفیل کل در شکل ۶ نشان داده شده است.

بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمارهای بره‌موم ۸ درصد + تیمار دمای ۲۴ درجه سلسیوس (با میانگین ۸/۹۶ میلی‌گرم بر گرم)، تیمار ۸ درصد بره‌موم + دمای ۴ درجه سلسیوس (میانگین ۸/۶۸ میلی گرم بر گرم وزن تر) و تیمار ۴ درصد بره‌موم + دمای ۴ درجه سلسیوس (میانگین ۷/۹۳ میلی گرم بر گرم وزن تر) بدون اختلاف معنی‌دار با هم بود. بین تیمارهای بره‌موم ۴ و ۸ درصد در دمای ۲۴ درجه با تیمار بره‌موم صفر درصد در هیدروکولینگ ۴ درجه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

کلروفیل منبع رنگ سبز گیاهان، ترکیبی حساس است که می‌تواند در طی فرایند انبارداری تخریب و موجب از بین رفتن رنگ سبز سبزی‌ها و افت کیفیت آن‌ها شود (Nilsha *et al.*, 2004). بنابراین طبق نتایج اعلام شده کلروفیل کل طی انبارداری در خیار کاهش یافت. رایان- استونهام و تونگ (Ryan-Stoneham and Tong, 2000) گزارش کردند که فاکتورهای زیادی مانند pH، دما، یون‌های فلزی، آنزیم‌ها و غیره روی تجزیه‌ی کلروفیل موثر هستند.

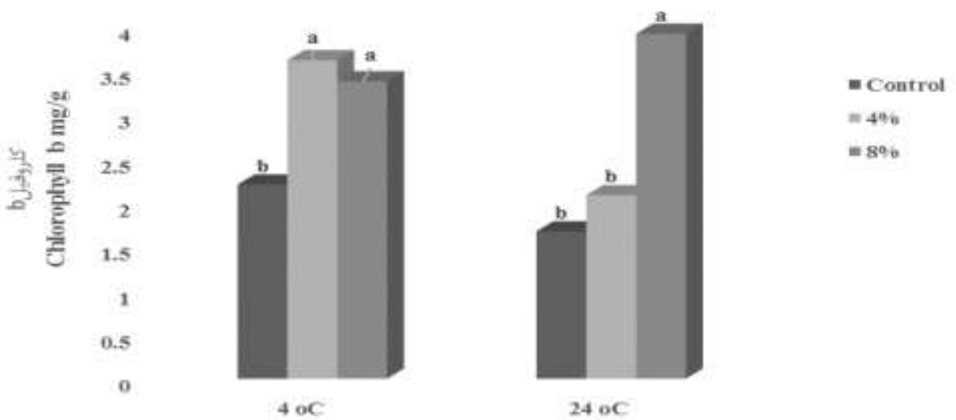
جدول ۴- اثر غلظت‌های مختلف بره موم بر میزان کلروفیل a و فنول میوه خیار رقم 'نگین'

Table 4- The effect of Propolis levels on chlorophyll a and phenol contents of cucumber fruit cv. 'Negin'

بره موم (٪) Propolis	فنول Phenol (mg.100g^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll a (mg.g^{-1})	اسیدیته pH
0	0.583 a	3.32b	5.25b
4	0.450b	3.62b	6.10a
8	0.430b	5.21a	6.50a

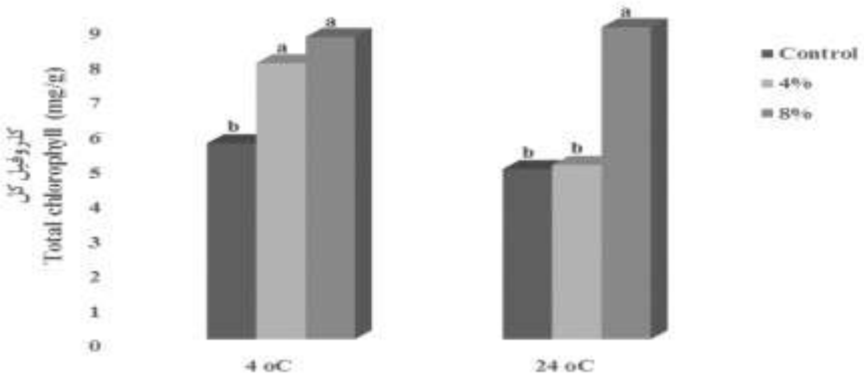
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برابر آزمون LSD است.

In each column the means with similar letters are not significantly different at the 5% leveI



شکل ۵- برهم‌کنش سطوح مختلف هیدروکولینگ × بره موم بر میزان کلروفیل b میوه خیار رقم 'نگین'

Figure 5- The interaction of hydrocooling ×propolis levels on chlorophyll b content of cucumber fruit cv. 'Negin'. (LSD, *p≤0.05*)

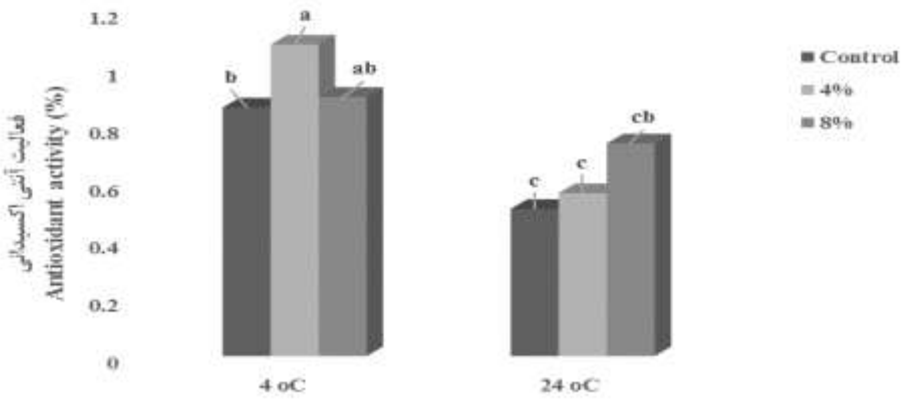


شکل ۶- برهم‌کنش سطوح مختلف هیدروکولینگ × بره موم بر میزان کلروفیل کل میوه خیار رقم 'نگین'

Figure 6- The interaction effect of hydrocooling × propolis levels on total chlorophyll content of cucumber fruit cv. 'Negin'. (LSD, *p≤0.05*)

تجزیه کلروفیل در دماهای پایین کاهش می‌یابد (Ryan-Stoneham and Tong, 2000). پوشش بره موم در غلظت ۸ درصد بیشترین تاثیر را در افزایش کلروفیل داشت و در حفظ رنگ میوه طی دوره انبارداری اثرگذار بود. در واقع پوشش‌ها، اتمسفر اطراف میوه را تغییر داده و سبب تأخیر در رسیدگی و پیری میوه شدند (Romanazzi *et al*., 2003). گزارش‌هایی در ارتباط با اثر پوشش خوراکی بره‌موم بر ماندگاری میوه و سبزیجات بسیار محدود است ولی در سایر پوشش‌های خوراکی اگزینگ و همکاران (Xing *et al*., 2011) گزارش کردند کیتوزان با ترکیب اسانس دارچین در فلفل شیرین سبب جلوگیری از کاهش محتوای کلروفیل شد. مطالعات قاسمی تولایی و همکاران (Qasemi *et al*., 2015) نیز نشان داد تیمار ژل آلوئه ورا سبب افت کمتر کلروفیل نسبت به شاهد در خیار شد.

محتوای فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی: اثر ساده تیمار بره‌موم بر مقدار فنول و همچنین اثرات ساده و متقابل دو تیمار مورد بررسی بر مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین میزان فنول در تیمار شاهد (بدون بره‌موم) با میانگین ۰/۵۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. در تیمار بره‌موم ۸ درصد با میانگین ۰/۴۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و تیمار بره‌موم ۴٪ با میانگین ۰/۴۵۰ میلی گرم در ۱۰ گرم بدون اختلاف معنی‌دار مقدار فنول کمتری داشتند (جدول ۴). در دمای ۴ درجه سلسیوس محلول‌پاشی با بره موم ۴ و ۸ درصد منجر به افزایش آنتی‌اکسیدان شد. به‌طوری‌که، افزایش غلظت بره‌موم از ۰ به ۴ درصد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی از ۰/۸۶ به ۱/۰۷ به طور معنی دار افزایش یافت. در دمای درجه سلسیوس ۲۴ نیز با افزایش غلظت بره موم از ۰ به ۴ درصد ، درصد فعالیت آنتی اکسیدانی از۰/۵۰ به ۰/۵۶ و با افزایش غلظت بره موم از ۴ به ۸ درصد از ۰/۵۶ به ۰/۷۳ افزایش داشت (شکل ۷). یکی از مهم‌ترین ترکیبات میوه‌ها و سبزی‌ها ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان میوه است (Akhtar *et al*., 2010). اگرچه مطالعات در مورد تغییر در ترکیبات فنلی ناشی از کاربرد بره‌موم محدود است (Kahramano *et al*., 2020)، اما نتایج روی انبه (Al-Qurashi and Awad, 2018; Mattiuz *et al*., 2015;) و میوه اژدها (Zahid *et al*., 2013) نشان داد بره‌موم از تخریب ترکیبات فنلی در شرایط انبار جلوگیری می‌کند. از طرفی فعالیت آنتی‌اکسیدانی یک عامل مهم در گیاه است که به طور مستقیم رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد، از اکسیداسیون لیپیدها، پروتئین ها، تخریب DNA و سایر مولکول‌های گیاه جلوگیری می‌کند و به طور غیرمستقیم از تشکیل رادیکال‌های آزاد ممانعت به عمل می‌آورد (Kahramano glu *et al*., 2020). بنابراین تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی انبارداری میوه ها بسیار مهم بوده و باید در بیشترین مقدار ممکن باشد (Kahramano glu *et al*., 2020). در انار و انبه هیچ اثر معنی‌داری از بره موم بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشده است (Ali Mirzoeva *et al*., 1997 ; and Zahid, 2014). همچنین گزارش شده است پوشش‌ها سبب کاهش اکسیژن اطراف میوه شده و این کاهش تبادلات گازی سبب کاهش اکسیداسیون فنول‌ها می‌گردد (Akhtar *et al*., 2010). در همین راستا تیمارهای خوراکی منجر به حفظ آنتی‌اکسیدان در گوجه‌فرنگی (Liu *et al*., 2011) و فلفل دلمه‌ای (Xing *et al*., 2011) شد. طبق مقالات منتشر شده تاکنون اثر مثبت بره‌موم بر انبارداری و حفظ کیفیت پس از برداشت محصولات کشاورزی به خاطر ترکیبات آبگریز موجود در آن و سطح بالای ترکیبات فنلی موجود در آن می‌باشد که یک سد زیست تجزیه‌پذیر روی سطح میوه فراهم نموده، از خروج آب جلوگیری کرده و تبادلات گازی را کاهش می‌دهد. در نتیجه تعرق و تنفس کاهش یافته و به دنبال آن ماندگاری پس از برداشت محصولات افزایش می‌یابد. با این حال اثرات بره‌موم بر ترکیبات بیوشیمیایی، فعالیت آنزیمی و واکنش‌های بیوشیمیایی احتمالی در محصولات ناشناخته بوده و نیاز به مطالعات گسترده‌تری دارد (Kahramno glu *et al*., 2020).



شکل ۷- برهم‌کنش سطوح مختلف هیدروکولینگ × بره موم بر فعالیت آنتی‌اکسیدانتی میوه خیار رقم 'نگین'

Figure 7- The interaction effect of propolis × hydrocooling levels on antioxidant activity of cucumber fruit cv. 'Negin'. (LSD, *p≤0.05*)

نتیجه‌گیری

پوشش خوراکی بره‌موم در دو سطح ۴ و ۸ درصد بر ماندگاری پس از برداشت خیار اثر داشت. بره موم منجر به کاهش تولید فنول در میوه خیار شد و در حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی خیار موثر بود. دمای پایین به دلیل کاهش تنفس و تآخیر در رسیدگی سبب حفظ مطلوب ماندگاری خیار در انبار گردید. در نتیجه با ترکیب پوشش بره‌موم در غلظت ۴ درصد و دمای پایین انبار ماندگاری میوه‌ها در انبار افزایش پیدا کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از واحد ویژه خدمات تخصصی علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشگاه فردوسی مشهد بابت تامین بخشی از هزینه‌های این پژوهش قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Akhtar A., Abbasi N.A., and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany 42: 181-188.
2. Ali A., Cheong C.K., and Zahid N. 2014. Composite effect of propolis and gum Arabic to control postharvest anthracnose and maintain quality of papaya during storage," International Journal of Agriculture and Biology 16: 1117-1122.
3. Ali A., Maqbool M., Ramachandran S. and Alderson P.G. 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 58:42-47.
4. Al-Qurashi A.D., and Awad M. A. 2018. Postharvest ethanolic extract of propolis treatment affects quality and biochemical changes of "hindi-besennara" mangos during shelf life. Scientia Horticulturae 233: 520-525.
5. Badawy I.F.M. 2016. Effect of ethanol-extracted propolis on fruit quality and storability of balady oranges during cold storage. Assiut Journal of Agricultural Sciences 47(4): 156-166.
6. Da Cunha M.C., Passos F.R., Mendes F.Q., and De Carvalho A.M.X. 2018. Propolis extract from different botanical sources in postharvest conservation of papaya. Acta Scientiarum Technology 40(1).
7. Delgando A.E., and Wensun D. 2001. Heat and mass transfer models for predicting freezing process. Journal of Food Engineering 47: 157-174.
8. Del-Valle V., Hern، ndez-Muoz P., Guarda A., and Galotto M.J. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf life: Food Chemistry 91: 751-756.
9. Dere S., Günes T., and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - A, B and total carotenoid contents of some Algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany 22: 13-17.
10. El-Badawy H.E.M., Baiea M.H.M., and El-Moneim E.A.A.A. 2012. Efficacy of propolis and wax coatings in improving fruit quality of "washington" navel orange under cold storage. Research Journal of Agriculture and

Biological Sciences 8(5): 420-428.
11. Fallik E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology 32: 125-134.
12. Gabler F.M., Smilanick J.L., Ghosoph J.M., and Margosan D.A. 2005. Impact of postharvest hot water or ethanol treatment of table grapes on gray mold incidence, quality, and ethanol content. Plant Disease 89(3): 309-316.
13. Garcia M.A, Martino M.N., and Zaritzky N.E. 1998. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry quality and stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 3758-3767.
14. Howard L.R., and Dewi T. 1995. Sensory, microbiological and chemical quality of miniaepeeled carrots as affected by edible coating treatment: Journal of Food Science 60: 142-144.
15. Jiang T., Feng L. and Li J. 2003. Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan glucose complex coating under cold storage: Food Chemistry 131: 780-786.
16. Kahramano glu ˙I. 2017. Introductory chapter: postharvest physiology and technology of horticultural crops, in *Postharvest Handling*, P. Handling and ˙I. Kahramano glu, Eds., InTech Open, London, UK, pp. 1-5.
17. Kahramano glu I., and Usanmaz S. 2019. Improving postharvest storage quality of cucumber fruit by modified atmosphere packaging and biomaterials. Horticulture Science 54(11): 2005–2014.
18. Kahramano glu I., Aktas M., and ¨und¨uz S.G. 2018. Effects of fludioxonil, propolis and black seed oil application on the postharvest quality of “wonderful” pomegranate. PLoS One 13(5).
19. Kahramano glu I., Okatan V., and Wan Ch. 2020. Biochemical Composition of Propolis and Its Efficacy in Maintaining Postharvest Storability of Fresh Fruitsand Vegetables. Journal of Food Quality 9 pages.
20. Kittur F., Saroja N., Habibunnisa R.N., and Tharanathan R. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango, European Food Research and Technology 213(4-5): 306-311.
21. Lin D., and Zhao Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 6: 60-75.
22. Liu J., Tian S., Meng X., and Xu Y. 2011. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 44: 300-306.
23. Mariano-Nasser F.A.D.C. 2020. Modified atmosphere using propolis in post-harvested “eva” organic apple,” Emirates Journal of Food and Agriculture 32(3): 172-180.
24. Mattiuz B.H., Ducamp-Collin M.-N., and Mattiuz C.F.M. 2015. Effect of propolis on postharvest control of anthracnose and quality parameters of “kent” mango. Scientia Horticulturae 184: 160-168.
25. Meidani J., and Hashemi Dezfuli A. 1997. Postharvest Physiology. Agricultural Education Publication.
26. Mirzoeva O.K., Grishanin R.N., and Calder P.C. 1997. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. Microbiological Research 152(3): 239-246.
27. Mobli M., and Pirasteh B. 1994. Vegetable production (translation), Isfahan University of Technology Publications.
28. Mostofi Y., Dehestani A.M., and Razavi S.H. 2011. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape. Iranian Journal of Food Science and Technology 8(30):93-102.
29. Nilsha P., Singhal R.S., and Pandit A.B. 2004. A study on the degradation kinetics of visual green colourin spinach (*Spinacia oleracea* L.) and the effect of salt therein. Journal of Food Engineering 64: 135-142.
30. Palma-Harris C., McFeeters R.F., and Fleming H.P. 2002. Fresh cucumber flavor in refrigerated pickles: comparison of sensory and instrumental analysis: Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4875-4877.
31. Park H.J., Chinnan M.S., and Shewfelt R.L. 1994. Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes, Journal of Food Science 59(3): 568-570.
32. Passos F.R., Mendes F.Q., Cunha M.C.D., Pigozzi M.T., and Carvalho A.M.X.D. 2016. Propolis extract in postharvest conservation banana “prat” Revista Brasileira de Fruticultura, 38(2).
33. Passos F.R., Mendes F.Q., Da Cunha M.C., and De Carvalho A.M.X. 2016. Propolis extract coated in “Pera” orange fruits: an alternative to cold storage. African Journal of Agricultural Research 11(23): 2043-4049.
34. Passos F.R., Mendes F.Q., Pinto M.D.C.E., Araujo E.A., and Carvalho A.M.X.D.2016. Propolis extract in postharvest conservation solo papaya cv “golden” Semina Ciencias Agrarias 37(6): 4039-4050.
35. Popova M., Silici S., Kaftanoglu O., and Bankova V. 2005. Antibacterial activity of Turkish propolis and its qualitative and quantitative chemical composition. Phytomedicine 12(3): 221-228
36. Qasemi Toulai M., Ramin A. and Amini F. 2015. The effect of chitosan edible coating on quality and increase of postharvest life of "Zumrod" cultivar. Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products 5(15): 197-189.
37. Rabea E.I., Badawy M.E.T., Stevens C.V., Smagghe G., and Steurbaut W. 2003. Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action: Bio Macro Molecules 4:1457-1465.
38. Rao T.V.R., Gol N.B., and Shah K.K. 2011. Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.): Scientia Horticulturae 132: 18-26.

39. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A., and Yang M. 1999. Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology 26: 1231-1237.
40. Ribeiro C., Vicente A., Teixeira J.A., and Miranda C. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence: Postharvest Biology and Technology 44: 63-70.
41. Romanazzi G., Nigro F., and Ippolito A. 2003, Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology 29:73-80.
42. Ryan-Stoneham, T. and Tong, C. H. 2000. Degradation kinetics of chlorophyll in peas as a function of pH. Journal of Food Science 65: 1296-1302.
43. Singleton V.L., and Rossi J.A. 1965. Colorimetric of total phenolic with phosphor molybdic-phospho tungstic acid reagents: American journal of Enology and Viticulture 16: 144-158.
44. Srilaong V., and Tatsumi Y. 2003. Oxygen action on respiratory processes in cucumber fruit *(Cucumis sativus*) stored at low temperature: The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 78: 629-633.
45. Tabatabaekolor R., Ebrahimian A. and Hashemi S. J. 2016. Investigation on the effect of temperature, packaging material and modified atmosphere on the quality of tomato. Journal of Food Science and Technology 51(13): 1-13.
46. Tadelen Z., and Bayindirli L. 1998. Controlled atmosphere storage and edible coating effects on storage life and quality of tomatoes: Journal of Food Processing and Preservation 22: 303-320.
47. Tanada-Palmu P.C.S., and Grosso C.R.F. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Postharvest Biology and Technology 36: 199-208.
48. Terue B., Ieckbusch T., and Cortez L. 2004. Cooling parameters for fruits and vegetables of different size in a hydrocooling system. Scientia Agricola 61(6): 655-658.
49. Tzoumaki M.V., Biliaderis C.G., and Vasilakakis M. 2009, Effect of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis*, L.) during cold storage: Food Chemistry 117: 55-63.
50. Xing Y., Li X., Xu Q., Yun J., Lu Y., and Tang Y. 2011. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): Food Chemistry 124: 1443-1450.
51. Zahid N., Ali A., Siddiqui Y., and Maqbool M. 2013. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. Postharvest Biology and Technology 79: 69-72.